



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 022 164 A1** 2010.01.28

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 022 164.3**

(22) Anmeldetag: **05.05.2008**

(43) Offenlegungstag: **28.01.2010**

(51) Int Cl.⁸: **F16M 1/00** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Kobelev, Vladimir, Dr. rer. nat. habil., 57439
 Attendorn, DE**

(72) Erfinder:

Antrag auf Nichtnennung

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

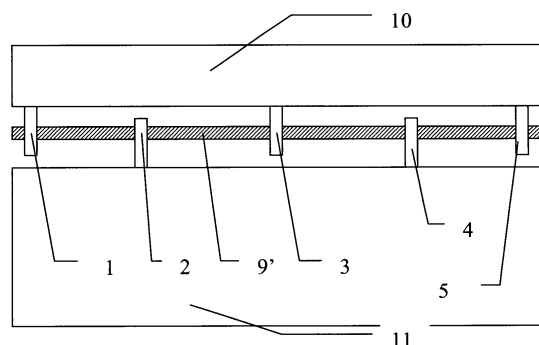
(54) Bezeichnung: **Aufhängung einer Vibrationsmaschine mit Hilfe eines federnden Elements in Form eines mehrfach gelagerten elastischen Trägers**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein federndes Element in Form eines mehrfach gelagerten, elastischen, biegsamen Durchlaufträgers. Mit Hilfe dieses federnden Elements erfolgt die elastische Aufhängung eines schwingenden massiven Maschinensatzes auf dem starren Rahmen oder Fundament. Aufhängungen mit den federnden Elementen dieser Art eignen sich vorzüglich als Vibrationsisolatoren der kontinuierlich vibrierenden Produktionsanlagen, zum Beispiel unausgewuchteten Kurbelmechanismen, wie Verbrennungsmotoren und Kompressoren, wie exzentrischen Maschinen, wie Vibrationstischen, Trog-Vibrationsanlagen, Vorrichtung zum Herstellen von Betonsteinen. Derartige Aufhängungen mit federnden Elementen sind auch zum Schutz von den Geräten gegen äußerliche Schwingungen und Erschütterungen, u. a. seismischen, verwendbar.

Die Lösung der Aufgabe besteht im Wesentlichen in der Anwendung zur Aufhängung der Maschine eines federnden Elements in Form eines mehrfach gelagerten Durchlaufträgers oder Mehrfeldträgers.

Eine elastische Aufhängung eines überwiegend in einer Richtung schwingenden, aufzuhängenden Maschinenelements auf Maschinenrahmen oder auf dem starren Fundament mit Hilfe eines auf Biegung beanspruchten Balkens, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittellinie des Balkens etwa senkrecht zur Schwingungsrichtung angeordnet ist und der Balken mindestens auf vier Lagerstellen gelagert ist.

Das Bild zeigt die aufzuhängende, schwingungsfähige Maschine (10), welche mit Hilfe der erfindungsgemäßen ...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein federndes Element in Form eines mehrfach gelagerten, elastischen, biegsamen Durchlaufträgers. Mit Hilfe dieses federnden Elements erfolgt elastische Aufhängung eines schwingenden massiven Maschinensatzes auf dem starrem Rahmen oder Fundament. Aufhängungen mit den federnden Elementen dieser Art eignen sich vorzüglich als Vibrationsisolatoren der kontinuierlich vibrierenden Produktionsanlagen, zum Beispiel unausgewuchteten Kurbelmechanismen, wie Verbrennungsmotoren und Kompressoren, sowie exzentrischen Maschinen, wie Vibrationstischen, Trog-Vibrationsanlagen, Vorrichtungen zum Herstellen von Betonsteinen. Derartige Aufhängungen mit federnden Elementen sind auch zum Schutz von den Geräten gegen äußerliche Schwingungen und Erschütterungen, u. a. seismischen, verwendbar.

Stand der Technik

[0002] Eine schwebende Anlage wird gewöhnlich so gelagert, dass die angetriebene Maschine auf dem starr mit dem Fundament verbundenen Rahmen aufgehängt ist. Das Fundament ist meist aus Beton oder Stahlbeton und hat die Form einer Platte oder eines massiven Blocks. Der Rahmen ist genügend hart, um der auf ihn befestigten Maschine eine sichere Aufhängung sowohl bei Ruhe als auch bei kontinuierlicher Bewegung zu bieten. Die Vibrationen der Maschine aufgrund der unausgeglichene Trägheitskräfte sollen sich nicht auf die Umgebung – namentlich nicht auf den Rahmen und Fundament – übertragen. Um die Vibrationswirkungen von der Umgebung zu isolieren, wäre es am besten, wenn der vibrierende Körper im Raum frei wäre und mit dem Rahmen in keiner Weise zusammenhinge. Weil das jedoch nicht möglich ist, sind wir wenigstens bestrebt, Kräfte, mit denen der Körper auf den Rahmen wirkt, möglichst klein zu halten. Das wird am leichtesten erreicht, wenn der vibrierende Teil der Maschine auf weichen Vibrations- oder Schwingungsisolatoren gelagert ist. (J. Kozesnik, Maschinendynamik, Carl Hanser Verlag, 1966)

[0003] Häufig wird ein auf waagerechter Halbraumunterlage aufliegender, mittels elastischen federnden Elementen (Vibrationsisolatoren) gelagerter, Maschinensatz verwendet. Die harmonisch veränderliche Erregerkraft geht üblicherweise durch den Schwerpunkt des vertikal vibrierenden Maschinensatzes und zugleich durch den Mittelpunkt der Fundamentfläche. Wenn die Resultierenden der Reaktionen der elastischen Schwingungsisolatoren, die Dämpfungswiderstände sowie die Trägheitskräfte in eine einzige Gerade zusammenfallen, die zugleich Wirkungslinie der erregenden Kraft ist, schwingt der vibrierende Körper in senkrechter Richtung mit einem Freiheitsgrad. Aus diesem Grund, wird die Lagerung

der Maschine mittels Aufhängung, welche nur Bewegungen in senkrechter Richtung zulässt und alle anderen Bewegungen unterbindet, angestrebt. Falsche Konstruktion der Aufhängung führt zu räumlichen, oft irregulären Schwingungserscheinungen.

[0004] Zur Lagerung von Maschinensätzen und zur Dämpfung von Schwingungen, Stößen und Geräuschen werden am häufigsten Schwingungsisolatoren aus nichtmetallischen Werkstoffen, wie Natur- und synthetischem Gummi verwendet, und zwar vorwiegend für Druck und Schubbeanspruchung. (E. F. Göbel, Gummifedern, Springer-Verlag, 1969, DE1775260A, DE3106690A1, DE1530143A, DE102004009252A1). Diese Federn besitzen eine relativ hohe Materialdämpfung. Diese Eigenschaft führt bei der stets wirkenden Erregung zur starken Erhitzung des Schwingungsisolators aus dem Gummimaterial mit folgender Beschädigung. Die ohnehin niedrige zulässige Beanspruchungsspannung des Gummiwerkstoffes reduziert sich mit steigender Temperatur erheblich. Die Überhitzung der Gummifedern führt zur totalen mechanischer Schädigung des Schwingungsisolators und als Folge, zum Ausfall der schwingenden Maschinen und kompletten Produktionsanlagen. Das weitere konstruktive Problem besteht in der Positionierung von derartigen federnden Elementen in den Produktionsanlagen. Die Produktionsanlagen, und im Besonderen die Vorrichtungen zum Herstellen von Betonsteinen, besitzen häufig einen langen Spalt zwischen dem mit einem Vibrationsantrieb versehenen Rütteltisch und dem Maschinengestell. In diesem Spalt werden mehrere elastische Elemente für die Lagerung des Rütteltisches untergebracht. Zwei andere Abmessungen (Höhe und Breite) des Spaltes sind begrenzt. Wegen niedrigen zulässigen Spannungskennwerten des Gummimaterials sind die Abmessungen der Federn häufig zu groß für den in Maschinen vorhandenen Bauraum in dem Spalt. Als Folge werden mehrere kleine Elemente verwendet und parallel zum Erhöhen der Federkraft geschaltet.

[0005] Einige besondere Anforderungen werden auf Vibrationsisolatoren für Betonsteinmaschinen gestellt. Bei Betonsteinmaschinen ist es bekannt, einen mit einem Vibrationsantrieb bestückten Rütteltisch zu verwenden, der in einem Maschinengestell über Vibrationsisolatoren gelagert ist, um eine Schwingungsübertragung auf das Maschinengestell möglichst zu vermeiden. Derartige Vibrationsisolatoren umfassen einen in wesentlichen zylindrischen Gummipuffer, der zwischen zwei Stahlplatten angeordnet ist.

[0006] Abgesehen davon, dass die Gummipuffer ungünstige Setzeigenschaften zeigen, die man üblicherweise durch Nachstellen auszuregulieren versucht, führen die Gummipuffer zu Problemen infolge ihrer Erwärmung. Zum Einen, führt die auftretende Erwärmung während des Rüttelns zur einen Ausdeh-

nung vom Gummipuffer. Dies beeinträchtigt aber momentan die Einhaltung der Maßhaltigkeit bei der Herstellung von Betonsteinen. Zum Ausgleichen dieses Effekts wird die Betonmaschine zunächst eine Zeit lang warm gefahren, bevor mit der Produktion der Steine begonnen wird. Zum anderen, führt die Erwärmung auf Dauer häufig zu Elastizitätsverlusten der Gummipuffer und zu einer Materialzerstörung des Gummipuffers.

[0007] Als eine Alternative werden Stahlfedern in Anlagebau verwendet (Meissner, Schorcht, Metallfedern, Springer, 2007). Stahlfedern können als Biege-, Drehungs- oder Zugfedern gestaltet werden. Das Arbeitsvermögen der Stahlfedern ist in der Regel wesentlich höher, als das Arbeitsvermögen der Gummifedern. Besonders wichtig ist, dass die Stahlfeder Probleme infolge ihrer Erwärmung nicht hervorrufen.

[0008] Eine klassische Biegefeder ist, nach der Lehre der Festkörpermechanik, ein statisch bestimmter Einfeldträger. Ungenügende Materialausnutzung von flachen Biegefedern mit konstantem Querschnitt führt zur zu hohen Federmasse. Biegefedern mit veränderlichem Querschnitt kennzeichnen sich durch veränderliche Querschnittabmessungen-Breite und Dicke des Materials. Dabei lässt sich die Federgestalt durch kontinuierliches Verändern beider Querschnittabmessungen dem Verlauf des Biegemomentes über die Federlänge angleichen. Bei entsprechender, optimaler Wahl der Breite- oder Dickenfunktionen entstehen Federkörper gleicher Biegebeanspruchung. Unter Anderem, geben die Dreiecksfedern und die davon abgeleiteten Blattfedern bei gleicher Dicke aller Blätter optimale Materialausnutzung. Die Dreieck-Blattfeder stellt mit ihrer ungünstigen Krafteinleitungsstelle trotz des besseren Ausnutzungswertes keine konstruktiv brauchbare Lösung für Maschinenbau dar.

[0009] Wesentlich effektiver aus Konstruktionsgründen ist die Verwendung von Federblättern, deren Dicke von der Einspannstelle bis zum Ende abnimmt. Nachteilig ist für diese Art Federn eine sehr komplizierte Herstellung und auch entsprechend hoher Preis. Außerdem, jede Änderung der Anforderungen an die Feder, wie Anpassung der Federrate oder -kraft, benötigt eine komplette Neugestaltung der Feder und Werkzeugen zur Federfertigung. Aus diesem Grund stellt häufig die optimierte Biegefeder mit veränderlichen Querschnittabmessungen auch keine praktisch geeignete Lösung dar.

[0010] Einfach oder mehrfach gekrümmte, aus Geraden und Kreisbogenteilen zusammengesetzte Blattfedern werden aus Platzgründen verwendet. Nachteilig sind für diese Federn relativ große Abmessungen sowie hohe Beanspruchung im Bereich der Krümmung. Ein Unterschreiten der empfohlenen Mindestbiegeradien führt stets zum Bruch der Fe-

dern.

[0011] Bekannt sind aus FR57126E, DE767478C, US4591136A, US4517775A, EP144144A2 Federn mit konstanter Querschnittsfläche für Biegebeanspruchung, bestehend aus einer Mehrzahl von einzelnen Stäben mit untereinander gleichen und über die Länge unveränderlichem rundem oder polygonalem Querschnitt, die mit jeweils zumindest zwei anderen Stäben Linien- oder Flächenkontakt haben und ein jeweils zumindest an den Enden zusammengehaltenes Stabbündel bilden.

Aufgabe der Erfindung

[0012] Die Aufgabe, die in diesem Patent zu lösen ist, besteht in der Entwicklung eines kompakten, leicht herstellbaren und günstigen federnden Elementes länglicher Form, welches sich durch hohe Belastbarkeit und gute Ausnutzung des Materials kennzeichnet. Eine Abmessung des federnden Elementes (Länge) ist dabei wesentlich größer, als zwei andere Abmessungen (Höhe und Breite). Ziel ist dabei, das federnde Element in den länglichen Spalt zwischen dem mit einem Vibrationsantrieb versehenen Rütteltisch und dem Maschinengestell zu unterbringen. Das federnde Element soll sich einfach an verschiedene Anforderungen leicht anpassen lassen, so dass eine einfache Einstellung der Federrate oder Federkraft ohne eine gründliche Neugestaltung möglich wird.

Lösung der Aufgabe

[0013] Diese Aufgabe wird entsprechend den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die Lösung der Aufgabe besteht im Wesentlichen in der Anwendung zur Aufhängung der Maschine eines federnden Elements in Form eines mehrfach gelagerten Durchlaufträgers, oder Mehrfeldträgers. Die Lasten in einem mehrfach gelagerten Durchlaufträger verteilen sich gleichmäßiger, als die Lasten in einem Einzelträger. Ein Mehrfeldträger kann daher bei gleicher Länge höher als ein Einfeldträger belastet werden.

[0014] Das erfindungsgemäße federnde Element ist, im Sinne der Festkörpermechanik, elastischer Durchlaufträger mit mindestens vier Abstützungen. Kennzeichnendes Merkmal der vorgeschlagenen Lösung ist, dass das vorgeschlagene, federnde Element mit mehr als drei Abstützungen statisch unbestimmt ist. Der Grad der statischen Unbestimmtheit entspricht der Anzahl der Zwischenstützen. Der Vorteil der Zwischenstützen ist, dass die Durchbiegung in Feldmitte bei gleicher Belastung geringer wird, so dass die Federrate bei gleichen Abmessungen insgesamt höher wird. Die freie Wahl der Zahl und Querschnittsform der Einzelfedern im Bündel oder in dem Blatt, sowie die Anzahl der Lagerstellen gestattet breite Variation der Federrate und Federkraft und ex-

akte dynamische Abstimmung der Maschine.

[0015] Das federnde Element in Form eines Durchlaufträgers kann über beliebig viele Stützen verlaufen bzw. beliebig viele Felder haben. Am linken und rechten Rand können die Enden vom Träger gelenkig gelagert oder eingespannt sein. An den Zwischenstützen wird der Durchlaufträger gelenkig gelagert oder eingespannt. Eine gelenkige Lagerung ist wegen geringeren Spannungen an den Lagerstellen vorteilhafter, als feste Einspannung, welche zur lokalen Erhöhung des Biegemomentes führt. Der Durchlaufträger kann an den Rändern und Zwischenpunkten starr oder nachgiebig (durch elastische Federn) gelagert sein.

[0016] Die Verformung des Trägers im Betrieb reduziert sich durch Verwendung mehrerer Zwischenstützen. Geringere Verformung unter Last ermöglicht eine Unterbringung des federnden Elements in dem für ihn vorgesehenen knappen Bauraum.

[0017] Das federnde Element in Form eines Durchlaufträgers wird aus einem Federband mit dem Rechteckquerschnitt gefertigt. Alternativ, der elastische Träger wird aus einem Federdraht mit rundem, elliptischem oder polygonalem Querschnitt gefertigt.

[0018] Das federnde Element in Form eines Durchlaufträgers kann nicht nur aus Einzelfedern mit dem Rechteckquerschnitt bestehen, sondern in geschichteter Form zum Einsatz kommen. Die Schichtung erfolgt mit gleich langen Blättern (Federlagen) gleichen rechteckigen Querschnitts. Der Durchlaufträger kann auch aus einer Mehrzahl von einzelnen Stäben mit untereinander gleichen und über die Länge unveränderlichem rundem oder polygonalem Querschnitt bestehen, die mit jeweils zumindest zwei anderen Stäben Linien- oder Flächenkontakt haben, und ein jeweils zumindest an den Enden zusammengehaltenes Stabbündel bilden.

[0019] Das federnde Element in Form eines Durchlaufträgers kann abschnittsweise unterschiedliche Querschnittstypen (Platte, Plattenbalken, Balken) und auch unterschiedliche Werkstoffe (Faserverbundwerkstoff, Stahl) haben.

[0020] Das federnde Element in Form eines Durchlaufträgers kann auch eine Form einer Welle haben, wobei die Hoch- und Tiefpunkte der Welle zur Befestigung von Zwischenstützen dienen.

[0021] Das federnde Element in Form eines Durchlaufträgers kann als Speicherelement dienen, dessen Hauptaufgabe in der Energiespeicherung und -umformung besteht.

[0022] Das federnde Element in Form eines mehrfach gelagerten Durchlaufträgers kann als Speicher-

element dienen, also als Schwingungs- und Dämpfungselement, bei dem die Schwingungseigenschaft ebenso genutzt wird wie die Eigenschaft, Stöße abzufedern sowie Schwingungen durch innere Reibung oder in Verbindung mit Dämpfungsgliedern relativ schnell zum Abklingen zu bringen.

[0023] Das federnde Element in Form eines mehrfach gelagerten Durchlaufträgers kann als Ruheelement verwendet werden, mit Aufgaben der Kraftverteilung, der Kraft- und Wegausgleichs, der Erzeugung von Vorspannkraften und der Realisierung von Rückstellbewegungen.

[0024] Die Erfindung wird nachstehend anhand von in den beigefügten Abbildungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0025] [Fig. 1](#) zeigt die aufzuhängende, schwingungsfähige Maschine (10), welche mit Hilfe der erfindungsgemäßen Aufhängung (1, 2, 3, 4, 5, 9') auf starrem Rahmen (11) befestigt ist. Der Rahmen (11) ist auf dem Fundament befestigt. [Fig. 1](#) stellt das federnde Element (9') aus Einzeldraht oder Einzelblatt dar. Das federnde Element ist mit starren Lagerungen (1, 2, 3, 4, 5) verbunden. Die Lagerungen (1, 3, 5) sind mit der Maschine (10) verbunden. Die Lagerungen (2, 4) sind mit dem Rahmen (11) verbunden. Die Auslenkung der Maschine (10) in senkrechter Richtung führt zur mehrfachen elastischen Biegung des federnden Elements.

[0026] [Fig. 2](#) zeigt die aufzuhängende, schwingungsfähige Maschine (10), welche mit Hilfe der erfindungsgemäßen Aufhängung (1, 2, 3, 4, 5, 9'') auf unverformbaren Rahmen (11) befestigt ist. Der Rahmen (11) ist fest auf dem Fundament fixiert. [Fig. 2](#) stellt das federnde Element aus Bündelfeder oder geschichteter Blattfeder dar. Das federnde Element (9'') ist mit harten Lagerungen (1, 2, 3, 4, 5) verbunden. Die Lagerungen (1, 3, 5) sind mit der Maschine (10) verbunden. Die Lagerungen (2, 4) sind mit dem Rahmen (11) verschraubt.

[0027] [Fig. 3](#) zeigt im Querschnitt eine Lagerung (1) mit geschichteter Blattfeder (12). Die auf diesem Bild dargestellte geschichtete Blattfeder (12) wird aus acht rechteckigen Einzelfedern zusammengesetzt. Die Linie (8) zeigt die Bohrungsachse zur Befestigung der Lagerung (1) mittels eines Bolzen oder Schraube mit aufzuhängenden Maschine oder Rahmen.

[0028] [Fig. 4](#) zeigt im Querschnitt eine Lagerung (1) mit einer Bündelfeder aus dem Runddraht (13). Die auf diesem Bild dargestellte Bündelfeder (13) wird aus acht kreisrunden Einzelfedern zusammengesetzt. Die Linie (8) zeigt die Bohrungsachse zur Verschraubung der Lagerung (1) mittels eines Bolzen oder Schraube fest zur vibrierenden Maschine.

[0029] **Fig. 5** zeigt im Querschnitt eine Lagerung (1) mit einer Bündelfeder aus polygonalem Draht (14). Zwei Bündeln sechseckiger Einzelfedern bilden die auf diesem Bild dargestellte Bündelfeder (13).

[0030] **Fig. 6** stellt das federnde Element (9') mit einer Bündelfeder aus dem Runddraht (13) in isometrischer Ansicht dar. Die auf diesem Bild dargestellte Bündelfeder (13) wird aus acht kreisrunden Einzelfedern zusammengesetzt.

[0031] **Fig. 7** stellt das federnde Element (9'') mit einer Bündelfeder aus dem Rechteckdraht (12) in isometrischer Ansicht dar. Die auf diesem Bild dargestellte geschichtete Blattfeder (12) besteht aus acht rechteckigen Einzelfedern.

[0032] **Fig. 8** zeigt in isometrischer Ansicht die aufzuhängende, schwingungsfähige Maschine (10), welche mit Hilfe der erfindungsgemäßen Aufhängung auf starren Rahmen (11) befestigt ist.

[0033] **Fig. 9** zeigt explodierte Darstellung von schwingenden Maschine (10), welche mit Hilfe der erfindungsgemäßen Aufhängung auf starren Rahmen (11) fixiert ist.

[0034] **Fig. 10** stellt das federnde Element (15) aus wellförmigem Durchlaufträger dar. Das wellförmige, federnde Element (15) ist mit Lagerungen (1, 2, 3, 4, 5) gelagert. Die Maschine (10) ist mit Hilfe der erfindungsgemäßen Aufhängung (1, 2, 3, 4, 5, 15) auf starren Rahmen (11) montiert. Harte Lagerungen (1, 3, 5) sind mit der Maschine (10), und Lagerungen (2, 4) mit dem Rahmen (11) verbunden.

ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 1775260 A [\[0004\]](#)
- DE 3106690 A1 [\[0004\]](#)
- DE 1530143 A [\[0004\]](#)
- DE 102004009252 A1 [\[0004\]](#)
- FR 57126 E [\[0011\]](#)
- DE 767478 C [\[0011\]](#)
- US 4591136 A [\[0011\]](#)
- US 4517775 A [\[0011\]](#)
- EP 144144 A2 [\[0011\]](#)

Zitierte Nicht-Patentliteratur

- J. Kozesnik, Maschinendynamik, Carl Hanser Verlag, 1966 [\[0002\]](#)
- E. F. Göbel, Gummifedern, Springer-Verlag, 1969 [\[0004\]](#)
- Meissner, Schorcht, Metallfedern, Springer, 2007 [\[0007\]](#)

Patentansprüche

1. Eine elastische Aufhängung eines überwiegend in einer Richtung schwingenden, aufzuhängenden Maschinenelements auf Maschinenrahmen oder auf dem starren Fundament mit Hilfe eines auf Biegung beanspruchten Balkens, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittellinie des Balkens etwa senkrecht zur Schwingungsrichtung angeordnet ist und der Balken mindestens auf vier Lagerstellen gelagert ist.

2. Eine elastische Aufhängung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass von den Lagerstellen des Biegebalkens mindestens zwei Lagerstellen mit dem Maschinenelement und mindestens zwei Lagerstellen mit dem Rahmen oder starrem Fundament verbunden sind.

3. Eine elastische Aufhängung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass von den Lagerstellen des Biegebalkens mindestens zwei Lagerstellen mit dem Maschinenelement und mindestens zwei Lagerstellen mit dem starrem Rahmen verbunden sind, und zwischen zwei jeweiligen, mit dem Maschinenelement verbundenen Lagerstellen sich mindestens eine mit dem Rahmen verbundene Lagerstelle befindet.

4. Eine elastische Aufhängung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass von den Lagerstellen des Biegebalkens mindestens zwei Lagerstellen mit dem Maschinenelement und mindestens zwei Lagerstellen mit dem Rahmen oder starrem Fundament verbunden sind, und zwischen zwei jeweiligen, mit dem Rahmen verbundenen Lagerstellen sich mindestens eine dem Maschinenelement verbundene Lagerstelle befindet.

5. Eine elastische Aufhängung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt des Balkens entlang der Mittellinie des Balkens konstant ist.

6. Eine elastische Aufhängung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt des Balkens polygonaler Form entlang der Mittellinie konstant ist.

7. Eine elastische Aufhängung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt des Balkens kreisrunder Form entlang der Mittellinie konstant ist.

8. Eine elastische Aufhängung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Balken aus einer Mehrzahl von einzelnen Stäben mit untereinander gleichem, rundem Querschnitt, welche ein (zumindest an Lagerstellen) zusammengehaltenes Stabbündel bilden, besteht.

9. Eine elastische Aufhängung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Balken aus einer Mehrzahl von einzelnen Stäben mit untereinander gleichem, polygonalem Querschnitt, welche ein (zumindest an Lagerstellen) zusammengehaltenes Stabbündel bilden, besteht.

10. Eine elastische Aufhängung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Balken aus Mehrzahl geschichteten Einzelblättern (Federlagen) mit dem Rechteckquerschnitt besteht.

11. Eine elastische Aufhängung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittellinie des Balkens in unverformtem Zustand gerade Linie ist.

12. Eine elastische Aufhängung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittellinie des Balkens in unverformtem Zustand wellige Linie ist.

13. Eine elastische Aufhängung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittellinie des Balkens in unverformtem Zustand wellige Linie ist, wobei an jedem Höhepunkt der Welle eine Lagerung mit dem Maschinenelement und an jedem Tiefpunkt der Welle eine Lagerung mit dem Rahmen erfolgt.

14. Eine elastische Aufhängung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Biegesteife des Balkens in Schwingungsrichtung des Maschinenelements wesentlich niedriger als die Biegesteife des Balkens quer zur Schwingungsrichtung ist.

15. Eine elastische Aufhängung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die elastischen Balken aus Federstahl hergestellt sind.

16. Eine elastische Aufhängung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die elastischen Balken aus dem Faserverbundwerkstoff mit überwiegend in Richtung der Mittellinie der Balken orientierten Fasern, Prepregs oder Rowings hergestellt sind.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

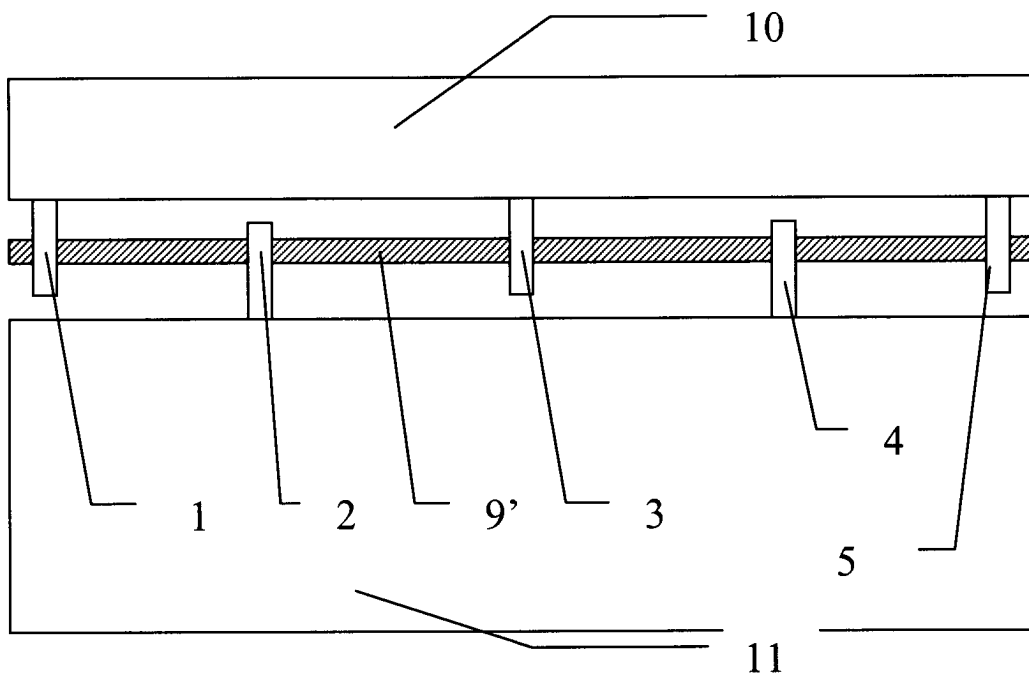


Fig. 1

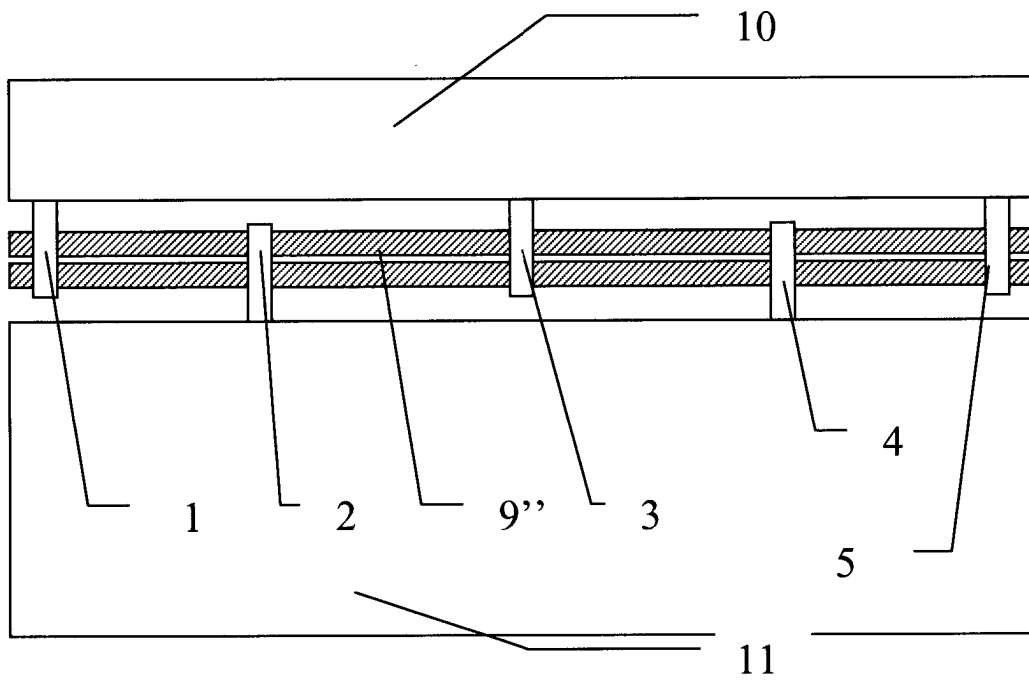


Fig. 2

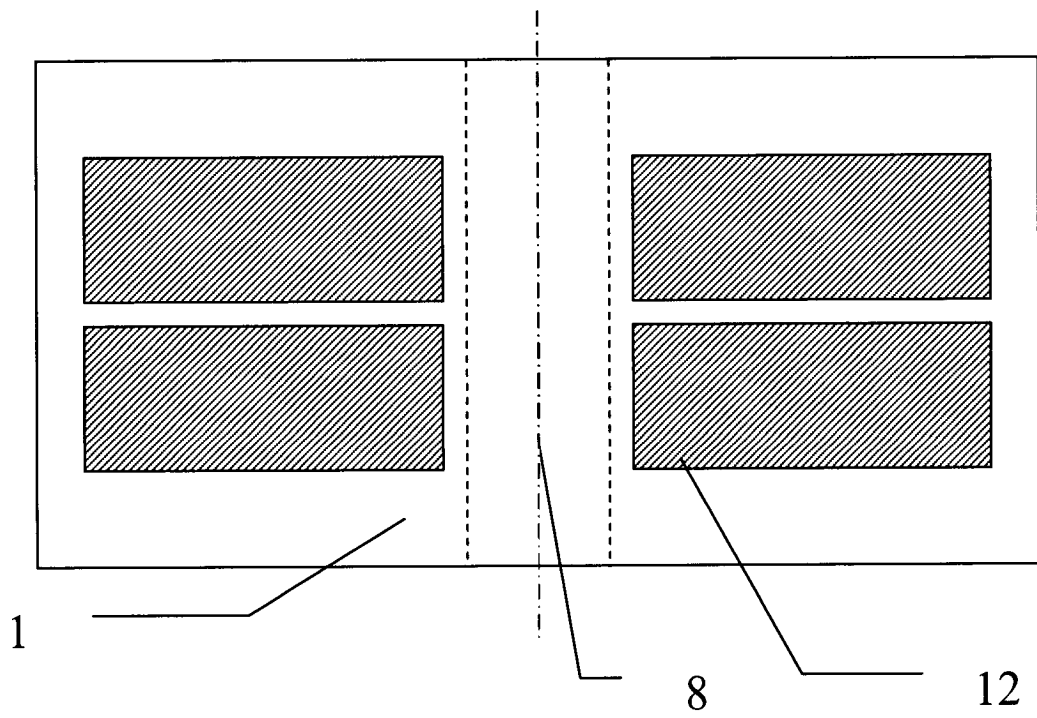


Fig. 3

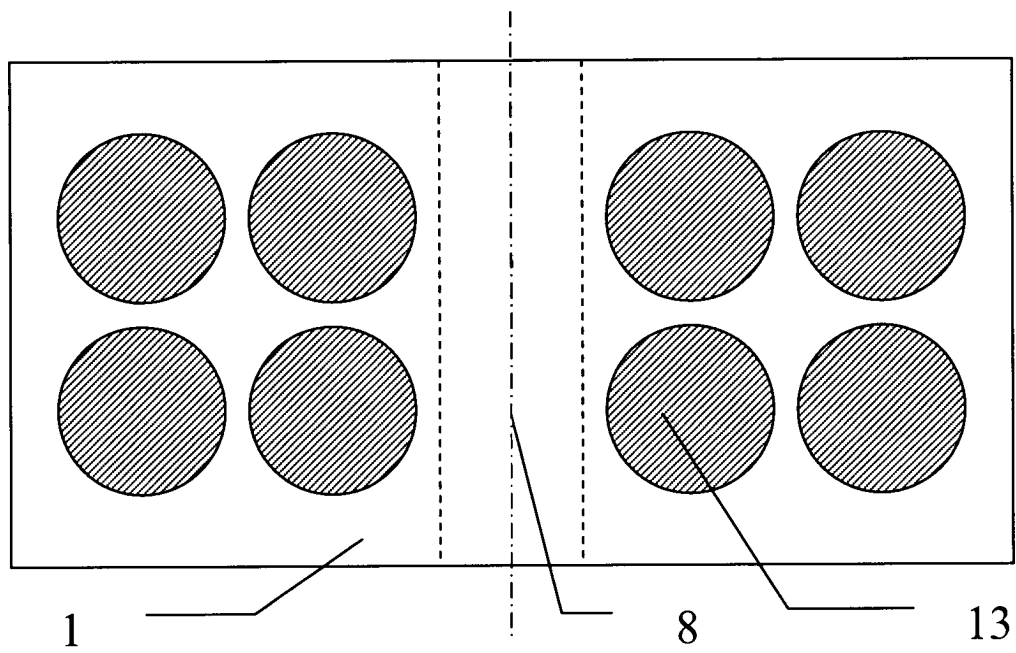


Fig. 4

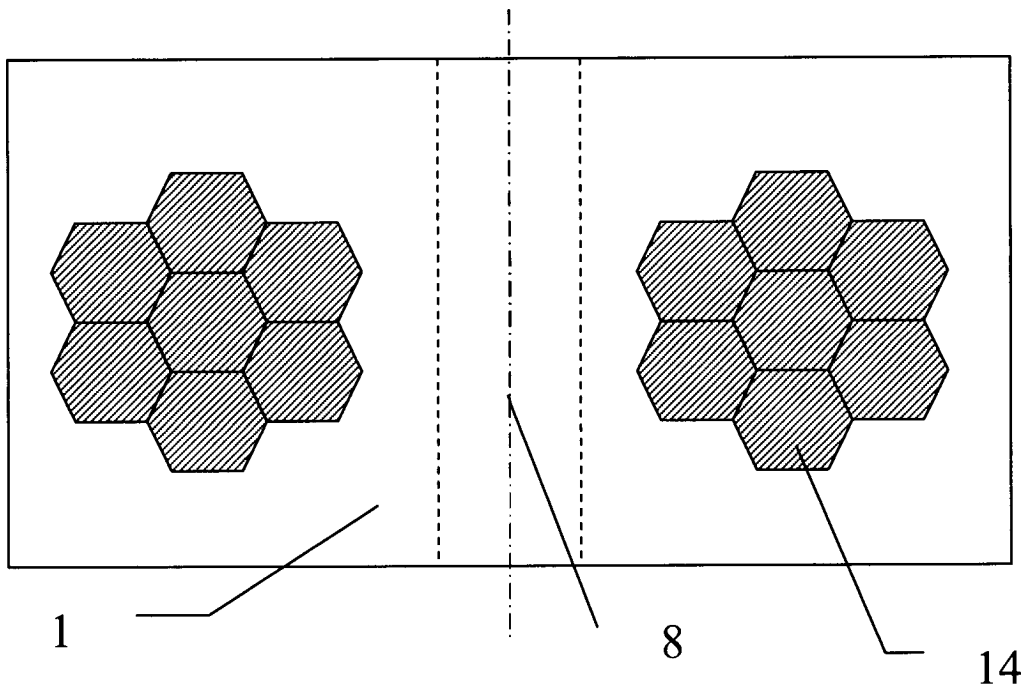


Fig. 5

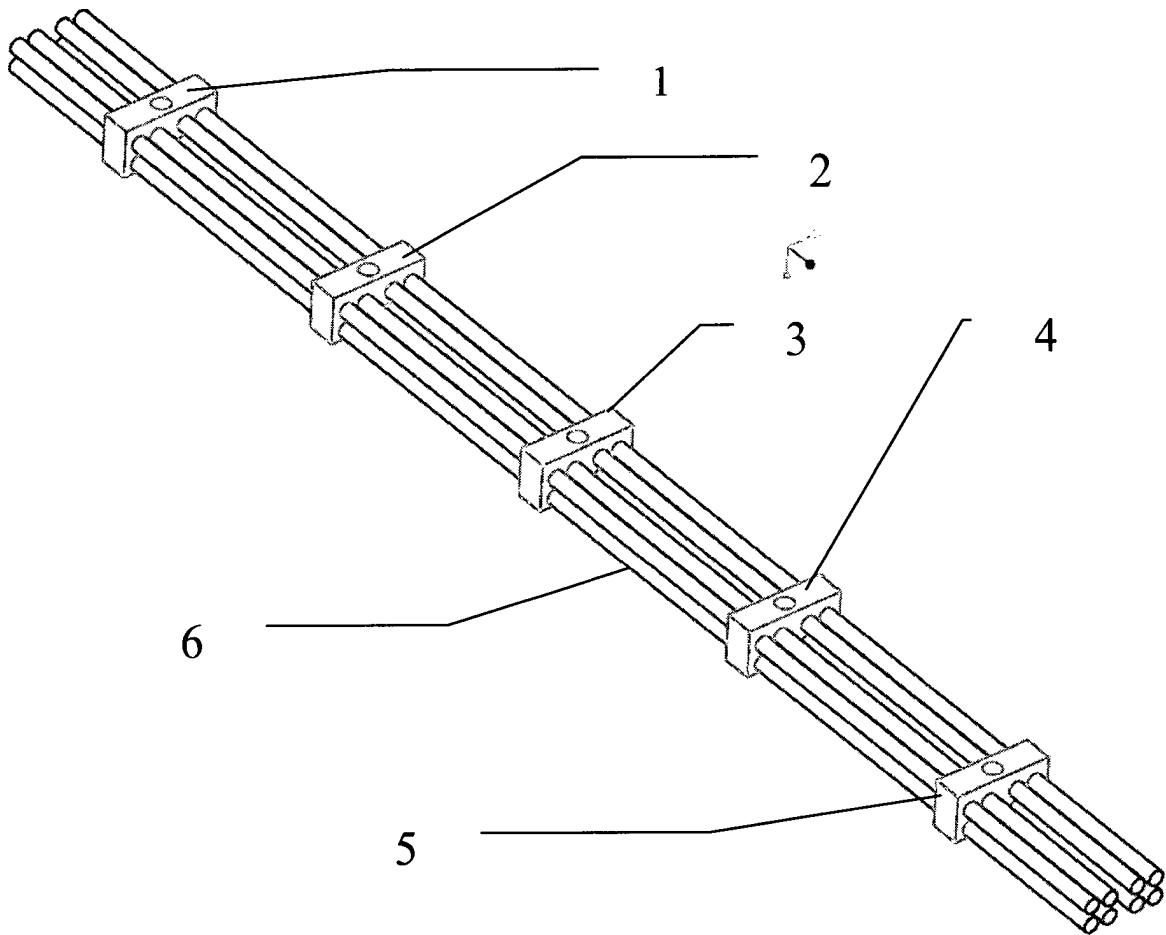


Fig. 6

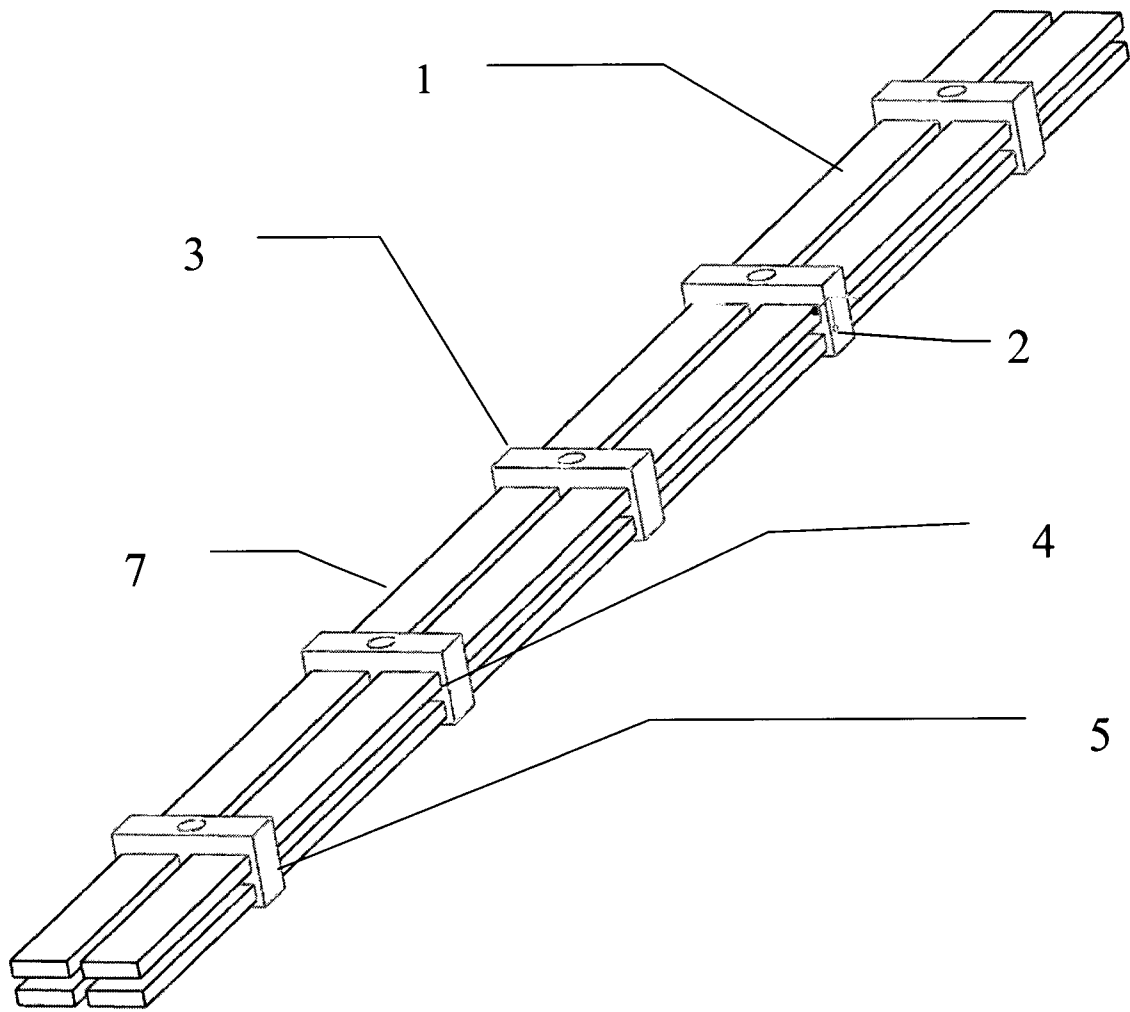


Fig. 7

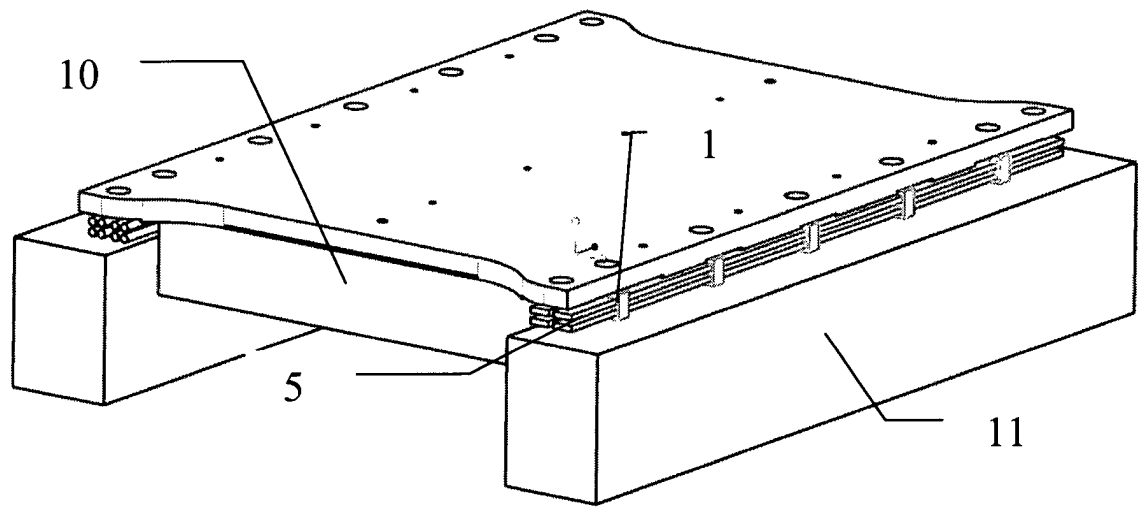


Fig. 8

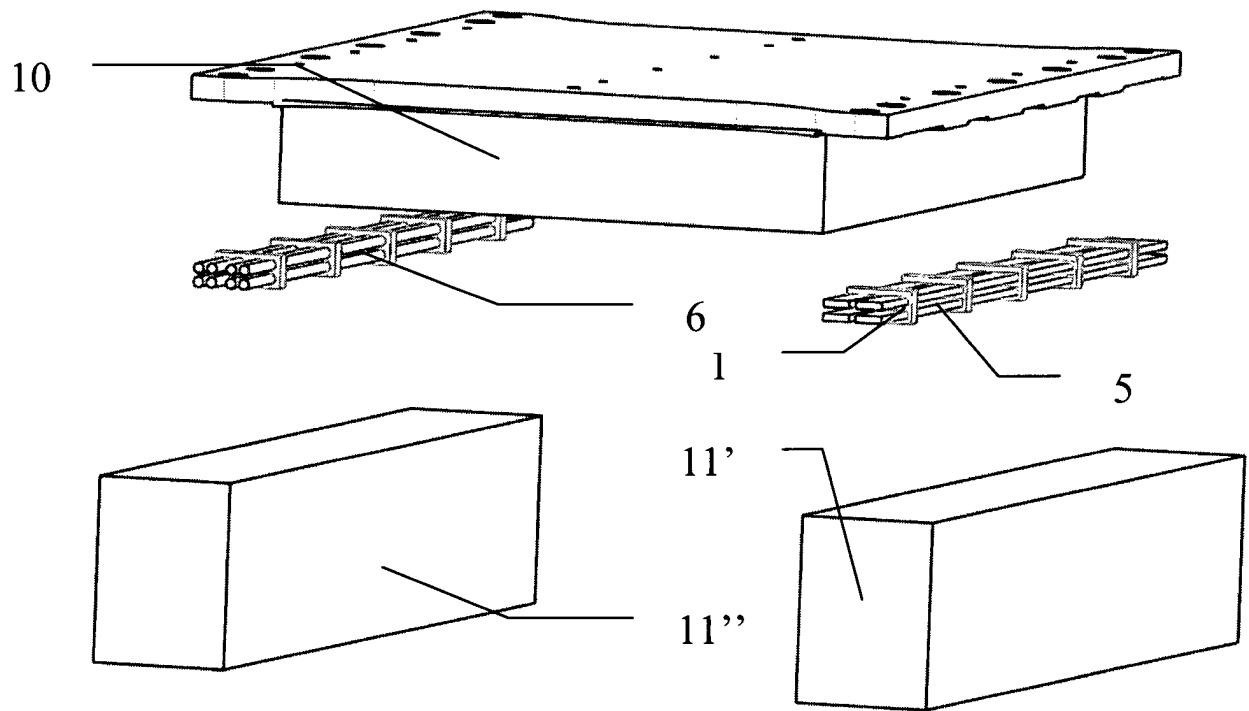


Fig. 9

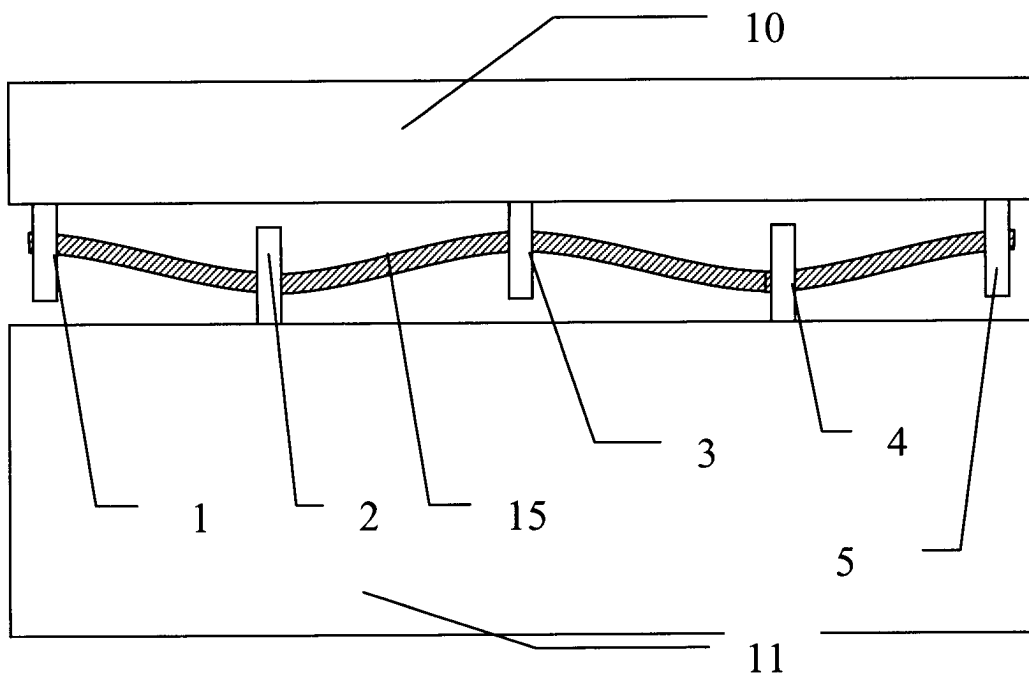


Fig. 10